دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

برآورد ارزش اقتصادی مستقیم کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی مراتع (مطالعه موردی: مراتع ییلاقی حوزه آبخیز نوررود)

شفق رستگار[۱]، حسین بارانی[۲]، علی دریجانی[۳]، واحدبردی شیخ[۲]، جمشید قربانی[۴] و محمد قربانی[۵]

۱- استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: sh.rastgar@sanru.ac.ir)
۲ و ۳- دانشیار و استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۵- استاد، دانشگاه فردوسی مشهد
تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۱

چکیده

یکی از کارکردهای غیرعلوفه‌ای پوشش گیاهی مراتع، حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش است. فرسایش آبی دارای تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم بر سطح خاک می باشد که همراه با معضلاتی در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی می‌باشد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر برآورد تأثیر مستقیم فرسایش آبی بر کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهان مرتعی و مقایسه ارزش اقتصادی آن و نیز در تراکم مختلف پوشش گیاهی مراتع ییلاقی بلده در شمال ایران بوده است.به این منظور، ارزش حفاظت خاکی با روش کاهش بهره‌وری علوفه محاسبه شد. چارچوب اولیه مدل تابع زیست- اقتصادی بوده است که با تخمین تابع تولید کاب-داگلاس به روش حداقل مربعات معمولی برازش شد. این الگو مبتنی بر پارامترهای فیزیکو- شیمیایی خاک منطقه و میزان فرسایش بوده است که در تحقیق حاضر تنها تأثیر فرسایش خاک بر عملکرد علوفه معنی‌دار شد. نتایج حاصله از ارزش‌گذاری ۹۴۹۷۸/۶ هکتار اراضی مرتعی نشان‌دهنده آن بود که ارزش کاهش بهره‌وری علوفه معادل ۲۳۰۰۸۴ ریال در هکتار برآورد شد. بیشترین ارزش حفاظت خاکی مربوط به مرتع متراکم (۱۰/۸۶) میلیارد ریال و کمترین ارزش مربوط به مرتع کم تراکم ۱/۳۱ میلیارد ریال می‌باشد.نتایج تحقیق حاضر، لزوم تحقیقات مشابه در عرصه منابع طبیعی و پوشش گیاهی طبیعی را با در نظر گرفتن متغیرهای مستقل از چارچوب اولیه مدل ضروری بنظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: ارزش اقتصادی، حفاظت خاک، پوشش گیاهی، عملکرد علوفه، مراتع ییلاقی

مقدمه

یکی از کارکردهای غیرعلوفه‌ای پوشش گیاهی مراتع، حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش است. بر اساس طرح تعادل دام و مرتع مصوبه ۱۳۸۰ شورای منابع طبیعی ارزش ریالی کنترل فرسایش خاک و رواناب، تقریباً ۲/۳ برابر ارزش تولید علوفه است. این مسأله اهمیت این نوع کارکرد را در برابر تولید علوفه به عنوان کارکرد اصلی اکوسیستم‌های مرتعی بیان می‌دارد (۶).

بر اساس ادبیات اقتصادی فرسایش خاک، فرسایش دو نوع هزینه ایجاد می‌کند. نوع اول، هزینه‌های درونی[۱] (در همان محل فرسایش) وجود دارد که از کاهش عملکرد محصول و افزایش هزینه‌های تولید حاصل می‌شود. بخش دیگر عوارضی است که خارج از حوزه فرسایش خاک وجود دارد. هزینه‌های درونی، هزینه‌هایی است که بر اثر فرسایش خاک، باعث کاهش درآمد خالص آینده عرصه می‌شود. معمولاً در این نوع اندازه‌گیری‌ها، هدف برآورد ارزش حال خالص درآمد از دست رفته ناشی از فرسایش متوالی است. نوع دوم، هزینه‌های خارجی[۲] یا خارج از حوزه فرسایش خاک است و ناشی از آلودگی‌های محیط زیست و رودخانه‌ها، پر شدن مخازن سدها و غیره می‌باشد. بخشی از این هزینه‌ها، کاهش تولید منابع را در آینده در برگرفته، در حالیکه به طور عمده مربوط به اثرات خارجی فرسایش مانند آلودگی آب و هوا، افزایش سیلاب‌ها، پر شدن سدها و شبکه‌های آبیاری می‌باشد. این هزینه‌ها به جامعه تحمیل شده و به دلیل ناملموس بودن، برآورد آنها مشکل می‌باشد. مجموع هزینه‌های برون و درون عرصه‌ای، هزینه‌های اجتماعی[۳] ناشی از فرسایش خاک را تشکیل می‌دهد (۲۳). از نقطه نظر اقتصادی، حفاظت خاک نوعی پس انداز برای مصرف در آینده محسوب می‌شود. بنابراین، حفاظت خاک بازتوزیع مصرف منابع را به سمت آینده بیان کرده در حالی‌که فرسایش خاک باز توریع نرخ‌های مصرف منابع را به سمت زمان حال بیان می‌نماید. این واژه‌شناسی اهمیت تفکر در ارتباط با انگیزه‌های بهره‌برداران مرتع به سرمایه‌گذاری بیشتر در حفاظت خاک را نشان می‌دهد (۱۲). یکی از مهم‌ترین اثرات مستقیم فرسایش خاک تأثیر آن روی کاهش حاصل‌خیزی خاک می‌باشد. سطح پوشش تاجی، نوع و میزان تراکم گیاهان مرتعی از جمله پارامترهایی است

1- On-site 2- Off-site 3- Societal Cost

که نقش مهمی در حفاظت خاک ایفا می‌نماید (۸). در اثر فرسایش، مواد غذایی مورد نیاز گیاه از بین رفته و حاصل‌خیزی خاک کاهش می‌یابد و در نتیجه از میزان تولید کاسته می‌شود. باید در نظر داشت که کاهش حاصل‌خیزی خاک در اثر فرسایش نه تنها میزان تولید را پایین می‌آورد، بلکه کیفیت محصول تولید شده را کاهش می‌دهد (۲۳). سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، از عناصر بسیار مهم در فرآیند حاصل‌خیزی خاک محسوب می‌شود. در واقع میزان مواد آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم، از جمله متغیرهایی است که بر میزان تولید علوفه تأثیر بسزایی می‌گذارند (۹).

بنا به آمار اعلام شده از سوی مسئولان سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، نرخ سالانه فرسایش خاک در کشور ۱۶/۰۷ تن در هکتار و در کل عرصه‌های کشور بالغ بر ۲ میلیارد تن در سال است. این در حالی است که بر اساس معیارهای جهانی نرخ سالانه فرسایش خاک باید ۶ تن در هکتار باشد. بنابراین، میزان فرسایش خاک در ایران حدوداً ۳ برابر شاخص جهانی است (۱۳). هرچند مطالب ذکرشده، اهمیت فرسایش خاک را نشان می‌دهد، اما خلاء اطلاعات علمی و قابل استناد در زمینه اقتصاد فرسایش و حفاظت خاک به‌ویژه در بخش منابع طبیعی کاملاً مشهود است. تحقیقات مختلفی در ارتباط با برآورد هزینه فرسایش خاک انجام شده است. اولین بار بنت (۲) در امریکا هزینه فرسایش خاک را با استفاده از روش هزینه جایگزین برآورد نمود. ایشان به منظور تخمین هزینه‌های فرسایش خاک، هزینه جایگزینی عناصر مغذی خاک را با استفاده از قیمت تجاری کودهای شیمیایی قابل جانشین برآورد نمود. در این روش، با برآورد هزینه هر تن هدررفت خاک، مقدار هدررفت مواد آلی و مغذی خاک مشخص شد (۲۲). برخی دیگر علاوه بر موارد ذکر شده، هدررفت نیتروژن و فسفر را نیز محاسبه نمودند (۱۵،۱۰) پتاسیم و برخی دیگرعلاوه بر موارد ذکر شده منیزیم و کلسیم را نیز محاسبه نمودند (۲۱،۳). پیشرفت در تخمین هزینه‌های فرسایش خاک بدنبال ارائه معادله جهانی فرسایش خاک (USLE)[1] توسط ویشمایر و اسمیت (۲۴) بدست آمد. مطالعات زیادی در مورد هزینه فرسایش خاک با استفاده از معادله جهانی فرسایش خاک انجام شده است (۱۱). کروز و همکاران (۵)، هزینه مستقیم فرسایش خاک را در حوزه‌های آبخیز ماگات و پانتابانگان واقع در فیلیپین با روش هزینه جایگزین برآورد نمودند. ایشان با استفاده از روش MUSLE[2] میزان فرسایش خاک ۲۱۹ تن در هکتار در سال و مقدار کل هزینه فرسایش خاک را ۳۳۹۲ پزو (۰/۰۸ دلار امریکا) محاسبه نمودند. این مبلغ معادل با ۲۸۰۳۱۵ ریال در هکتار می‌باشد. بختیاری و همکاران (۱)، ارزش اقتصادی کارکرد حفظ و نگهداشت عناصر غذایی در جنگل‌های منطقه سبزکوه را با استفاده از روش EPM[3] برآورد نمود. سپس مقدار هدررفت نیتروژن، فسفر و پتاسیم را با استفاده از روش هزینه جایگزینی عناصر غذایی محاسبه نمودند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که هر هکتار از جنگل‌های محدوده بررسی سالانه ۴۵۲/۱۹ کیلوگرم از نیتروژن، فسفر و پتاسیم، به ارزش تقریبی ۹۹۶ هزار ریال را نگهداری و از هدررفتن آن در اثر فرسایش جلوگیری نموده است. رایف (۱۹)، به منظور تعیین ارزش خدمات اکوسیستمی در ایالت جنوب شرقی الِغِنی[4] پنسیلوانیا امریکا، هدررفت خاک را با استفاده از مدل USLE در محیط GIS محاسبه نمود. ایشان هزینه برداشت رسوب را ۱۲۹/۰۲۴ دلار در هکتار در سال برآورد نمودند. گولاتی و رای (۹)، با برآورد ۵۹۰ کیلوگرم هدررفت مواد مغذی خاک از سطح حوزه آبخیز چوتاناگپور در هند، هزینه هدررفت مواد مغذی خاک (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) را ۱۳۷ دلار در هکتار برآورد نمودند. نور و همکاران (۱۷)، تلفات اقتصادی فرسایش خاک در مراتع حوزه آبخیز لرستان را با استفاده از روش جایگزینی مواد غذایی برآورد نمودند. کل میزان فرسایش در منطقه با استفاده از روش MPSIAC، ۱۰۷۵۰۰/۶ تن در سال برآورد نمودند. میزان تلفات اقتصادی فرسایش خاک منطقه مورد مطالعه با استفاده ازروش جایگزینی مواد غذایی برای سه عنصر اصلی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم) محاسبه گردید. نتایج نشان داد که هزینه فرسایش مستقیم خاک حوزه ۶۰۳ میلیارد ریال برآورد گردید.

در برخی دیگر از مطالعات، هزینه فرسایش خاک بر اساس میزان کاهش تولید محصولات مهم استراتژیک در یک منطقه خاص برآورد می‌گردد. مانند گندم، جو، ذرت و سویا، میزان کاهش تولید با استفاده از یک تابع رگرسیون برآورد می‌گردد. در این شیوه از محاسبه، هزینه برآورد شده در واقع درآمدی است که تولیدکننده از دست داده است (۲۰،۱۱). اینطور بنظر می‌رسد که بیشتر روش‌های برآورد هزینه‌های فرسایش خاک در ارتباط با محصولات کشاورزی است و بندرت محصولات منابع طبیعی تجدید شونده بالاخص کارکردهای غیربازاری پوشش گیاهان مرتعی که دارای ارزش اقتصادی غیرمستقیم هستند و در بازار رایج معامله نمی‌شوند، مورد محاسبه قرار گرفتند. در مورد خدمات اکوسیستم مرتعی غیربازاری به ندرت می‌توان یک چارچوب جامع و سیستماتیک برای ارزش‌گذاری این نوع کارکرد یافت. تعیین ارزش واقعی خدمات اکوسیستم‌های طبیعی (مراتع)، مخصوصاً خدمات غیربازاری آنها بسیار مشکل می‌باشد و معمولاً به برآوردی کمتر یا بیشتر از مقدار واقعی منجر می‌گردد (۷). بنابراین هدف از تحقیق حاضر برآورد تأثیر مستقیم

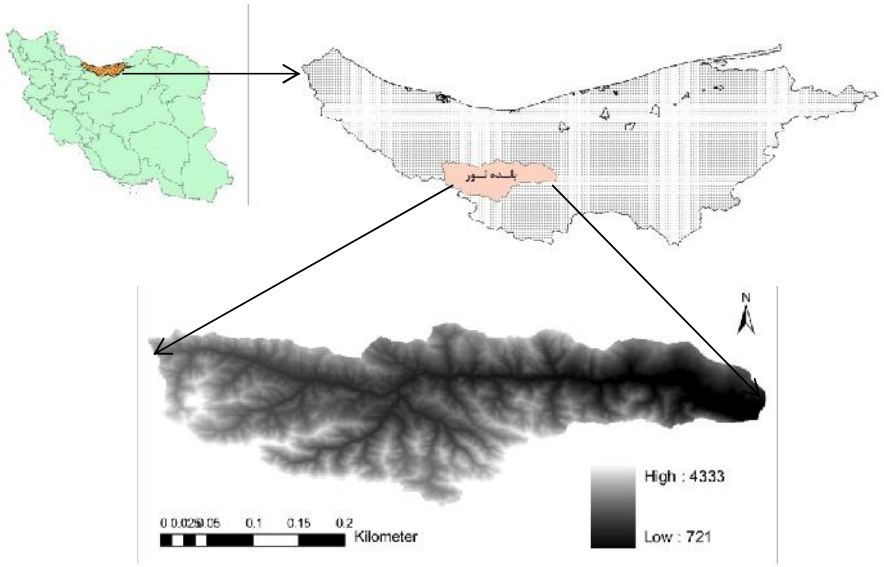
1- Universal Soil Loss Erosion 2- Modified Universal Soil Loss Erosion 3- EPM 4- Allegheny

فرسایش آبی بر کارکرد حفاظت خاکی پوشش گیاهان مرتعی و مقایسه ارزش اقتصادی آن در تراکم مختلف پوشش گیاهی مراتع ییلاقی بلده نور در شمال ایران بوده است.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

از نظر تقسیمات سیاسی، این حوزه در استان مازندران، محدوده سیاسی شهرستان نور، بخش بلده و جنوب غربی آمل واقع شده و مهم‌ترین مرکز جمعیتی آن بلده می‌باشد. این حوزه، با وسعت دقیق ۱۲۹۹/۷۸ کیلومتر مربع، وسیع‌ترین زیر حوزه رود هـــراز می‌باشد که در محدوده جغرافیایـــی ″۱۳ ′۲۶ °۵۱ تا ″۲۱ ′۱۸ °۵۱ طول شرقـی و ″۵۸ ′۰۰ °۳۶ تا ″۳۶ ′۱۶ °۳۶ عرض شمالی قرار گرفته است. این حوزه کاملاً کوهستانی بوده، بخشی از جبهه جنوبی البرز شمالی و جبهه شمالی البرز مرکزی را شامل می‌گردد. کشیدگی حوزه با امتداد شرقی غربی است که بخش وسیع آن از واحد کوهستان تشکیل یافته و واحدهای تپه ماهور، دامنه‌ای، مخروط افکنه و به‌صورت نوارهای باریک در نواحی تقریباً پست و یا در طول رودخانه کشیده شده است. حداقل ارتفاع منطقه مورد بررسی ۷۲۱ متر در ناحیه رزن و حداکثر ۴۳۳۳ متر در ارتفاعات آزاد کوه است (۱۸). شکل (۱) موقعیت جغرافیایی حوزه را در مدل ارتفاعی رقومی نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه در ایران، استان مازندران و مدل رقومی ارتفاعی.

روش تحقیق

برآورد هزینه فرسایش خاک

در این تحقیق به منظور برآورد هزینه‌های مستقیم (درون عرصه) فرسایش خاک از روش کاهش بهره‌وری علوفه استفاده شده است. این روش که به اُفت تولید هم معروف است، کاهش تولید محصول در اثر فرسایش خاک را به قیمت بازار اندازه‌گیری می‌کند (۱۱). محاسبه این کاهش ارزش برای مهم‌ترین محصولات منتخب (از نظر میزان تولید) به نسبت برآورد دقیقی از فرسایش مستقیم را خواهد داد. یکی ازروش‌های پارامتری تعیین ارزش تولید نهایی علوفه «تابع تولید» می‌باشد. تابع تولید راهی است برای نشان دادن رابطه بین مقادیر مختلف یک نهاده یا منبع که برای تولید یک محصول و یا عملکرد مربوطبه آن محصول می‌تواند به کار رود (۱۱). در این تحقیق از تابع تولید کاب-داگلاس در محیط نرم‌افزار Eviews استفاده شده است. این تابع معروف‌ترین و متداول‌ترین تابع تولید در اقتصاد است و به همین دلیل دارای کاربرد فراوان در تحقیقات است (۱۴). یکی از مزایای مهم استفاده از تابع تولید کاب– داگلاس این است که کشش تولیدی هر یک از نهاده‌های مورد استفاده در تولید مستقیماً محاسبه می‌شود. این تابع به‌طور وسیعی در کارهای تجربی مورد استفاده قرارمی‌گیرد. شکل کلی این تابع به صورت رابطه (۱) می‌باشد:

$$Y = AX_1^{a_1} X_2^{a_2} X_3^{a_3} \cdots X_n^{a_n} \qquad (۱)$$

که در آن: Y ستانده، A عدد ثابت مثبت، هر یک از تولیدی آن نهاده می‌باشد. پس از تبدیل آن به فرم لگاریتمی به صورت رابطه (۲) درمی‌آید:

(۲)
$$LnY = LnA + a_1 LnX_1 + a_2 LnX_2 + \cdots + a_n LnX_n$$

با توجه به ستاده‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر، می‌توان بیان نمود که الگوی ارائه شده، بر خلاف الگوی کلی تابع تولید کاب-داگلاس، الگویی زیست-اقتصادی[1] محسوب می‌شود. در این الگو (رابطه ۳) فرض شده است با افزایش مصرف نهاده‌های اصلاحی میزان تخریب خاک کاهش می‌یابد. با فرض ثابت ماندن سایر شرایط، افزایش تولید علوفه مرتعی در یک دوره مشخص باعث کاهش تخریب خاک خواهد شد. به همین دلیل افزایش یا کاهش افت خاک SL بر تولید محصول تأثیر می‌گذارد (۱۱).

$$lnY = f(lnSL, lnN, \ln P, lnK, lnOM) \quad (۳)$$

که در آن: Y، SL، OM، N، P و K به ترتیب میزان عملکرد محصول علوفه (کیلوگرم در هکتار)، میزان فرسایش خاک (تن در هکتار)، میزان هدررفت درصد مواد آلی در اثر فرسایش، میزان هدررفت درصد مواد آلی در اثر فرسایش (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، میزان هدررفت فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و میزان هدررفت (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) می‌باشند. با توجه به رابطه تعریف شده در این تحقیق، در نظر است ابتدا مقدار کمی ستاده‌ها و نهاده برآورد و در نهایت ارزش تولید نهایی افزایش یا کاهش افت خاک بر تولید محصول مورد ارزیابی قرار گیرد.

برآورد میزان هدررفت نهاده و ستاده‌ها

میزان هدررفت کل فرسایش خاک و تولید رسوب با استفاده از مدل جهانی اصلاح شده فرسایش خاک (RUSLE)[2] در محیط GIS برآورد شد. در این فرمول تأثیر هر کدام از عوامل مؤثر در فرسایش خاک با یک عدد بیان می‌شود. میزان فرسایش از حاصل‌ضرب این اعداد بدست می‌آید که بصورت کمّی است. با استفاده از مدل مذکور، میزان فرسایش خاک برای کل اراضی مرتعی حوزه برآورد شد. شکل اساسی مدل RUSLE بصورت رابطه (۴) می‌باشد (۲۴).

$$A = RKLSCP \quad (۴)$$

در این رابطه، A میانگین سالانه هدررفت خاک بر حسب تن در هکتار در سال، R عامل بارندگی است که قدرت فرسایندگی باران را نشان می‌دهد (MJmmha-1 year-1)، K ضریب فرسایش‌پذیری خاک (t haMJ-1 mm-1)، L عامل طول شیب، S عامل شیب زمین، C عامل پوشش گیاهی و P عامل عملیات حفاظت خاک می‌باشند. در این تحقیق به Xها یکی از نهاده‌ها و نمای هر یک از نهاده‌ها کشش منظور تکمیل اطلاعات مورد نیاز و برآورد هدررفت عناصر مغذی خاک شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و مواد آلی از شبیه‌ساز باران استفاده شد (۱۸).

به منظور مقایسه نقش اکوسیستم مرتعی در کاهش یا افزایش میزان فرسایش، از سه میزان تراکم پوششی، شامل مرتع متراکم (درصد پوشش تاجی ۷۵-۹۵ درصد)، مرتع نیمه متراکم (درصد پوشش تاجی بین ۴۰-۷۵ درصد) و مرتع کم تراکم (درصد پوشش تاجی بین ۲۰-۴۰ درصد)، با استفاده از شبیه‌ساز باران نمونه‌برداری شد (۱۸).

برآورد ارزش نهایی تولید فرسایش خاک

با استفاده از تابع تولید می‌توان تولید نهایی[3] یک نهاده را مشخص نمود. تولید نهایی فرسایش خاک، از تغییر در کل تولید نسبت به یک واحد تغییر در نهاده فرسایش خاک بدست می‌آید. مفهوم تولید نهایی فرسایش خاکدر رابطه (۵) تعریف شده است (۱۴):

$$MPL_{SL} = \frac{\Delta Y}{\Delta SL} \quad (۵)$$

که در آن: ΔY تغییر در کل تولید و ΔSL تغییر در میزان فرسایش خاک می‌باشد.

با توجه به اینکه در توابع لگاریتمی تولید نهایی با کشش تولید تفاوت داشته و این مفهوم در روابط خطی صدق می‌کند، با استفاده از تعریف کشش فرسایش خاک که در رابطه (۶) تعریف شده است، مقدار تولید نهایی محاسبه شد. مفهوم کشش تولید، میزان تأثیرگذاری فرسایش خاک را بر عملکرد علوفه مشخص می‌نماید. کشش عامل (فرسایش خاک) و نهاده تولید (عملکرد علوفه) از نسبت درصد تغییر در تولید کل بر درصد تغییر در عامل تولید یعنی فرسایش خاک بدست آمد (۶).

$$\varepsilon_{SL} = \frac{\%\Delta Y}{\%\Delta SL} = \frac{\Delta Y}{\Delta SL} \times \frac{SL}{Y} = \frac{MP}{AP} \quad (۶)$$

با احتساب قیمت جهانی (فوب) جو به عنوان علوفه جایگزین دارای قیمت بازاری، ارزش اقتصادی علوفه مرتعی بدست آمد.

نتایج و بحث

تابع عملکرد علوفه که با توجه به مؤلّفه‌های خاک تعریف شده برآورد شد، این امکان را فراهم نمود تا با استفاده از آن برای تحلیل‌های مربوط به هزینهٔ فرسایش خاک نیز بهره گرفت. تابع برازش شده در رابطه (۷) بیان گردیده است.

(۷)
$$lnY = -۳۲.۶ - ۱۰.۲۱lnN + ۲۸.۸lnP + ۱۰.۸۹lnK + ۴۹.۰۱lnOM + ۴.۸lnSL$$

1- Bio-economic Model 2- Revised Universal Soil Loss Erosion 3- Marginal Product

که در آن ε کشش عامل تولید (فرسایش خاک)، AP تولید متوسط فرسایش خاک و MP $(\frac{\overline{Y}}{SL})$ تولید نهایی فرسایش خاک می‌باشند. نتایج حاصل از برآورد ضرایب تابع تولید کاب- داگلاس و به روش حداقل مربعات معمولی (OLS) انجام شد که در جدول ۱، خلاصه شده است:

جدول ۱- نتایج حاصل از برآورد تابع عملکرد علوفه در مراتع ییلاقی نوررود

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t
عرض از مبدأ	-۸۳/۶۴^{ns}	۱۹۷/۹۷	-۰/۴۲
نیتروژن	-۱۰۰/۲۸^{ns}	۱۴۰/۲۲	-۰/۷۱
فسفر	۳۵/۵۳^{ns}	۳۹/۵۶	۰/۸۹
پتاسیم	۱۰/۸۹*	۴/۹۶	۲/۱۹
ماده آلی	-۴۹/۰۱^{ns}	۹۹/۰۳	۰/۴۹
فرسایش خاک	۴/۵۳*	۲/۲۱	۲/۰۴
	F= ۰/۰۵*		$\overline{R}^{2}$= ۰/۵۸

ns: عدم معنی‌داری و *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد

ضرایب آماره t تابع عملکرد برآورد شدهٔ فوق را نشان می‌دهد. علیرغم اندازه‌گیری دقیقی که روی متغیرها انجام گرفت تنها متغیر پتاسیم از بین عناصر مغذی خاک معنی‌دار شدند. همچنین فرسایش خاک نیز با تولید رابطه معنی‌داری را نشان داد. با این وجود، مدل برآورد شده علیرغم معنی‌دار نشدن اغلب متغیرها، ضریب خوبی برازش ۵۸ درصد گردید که با توجه به ماهیت مقطعی بودن داده‌ها، نسبت قابل قبولی می‌باشد. به عبارت دیگر، ۵۸ درصد از تغییرات عملکرد علوفه (Y) را می‌باید در متغیرهای پتاسیم (K) و فرسایش خاک (SL) جستجو کرد. F که نشان‌دهنده اعتبار کل مدل می‌باشد نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردیده است. بنابراین، نتیجه برآورد تابع لگاریتمی کاب-داگلاس بیانگر آن است که میزان پتاسیم و عملکرد علوفه به طور معنی‌داری تحت تأثیر فرسایش قرار دارد. اما با توجه به فرض اولیه آزمون مبنی بر وجود رابطه عکس بین افزایش یا کاهش هدررفت خاک و میزان عملکرد علوفه، فرض فوق رد می‌گردد. در خاکی با شرایط طبیعی، افزایش یاکاهش فرسایش خاک همراه با عناصر اصلی مغذی آن ممکن است حاصل‌خیزی عمومی را به نحو مطلوب منعکس نماید. بنابراین در تابعی دیگر رابطه بین هدر رفت خاک و عناصر مغذی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) به دلیل احتمال وجود همبستگی بین فرسایش خاک به عنوان متغیر وابسته و عناصر مغذی خاک به عنوان متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت. رابطه ۵، نتیجه برازش عناصر مغذی خاک و میزان فرسایش خاک را نشان می‌دهد.

(۸)

$$LnSl = ۲۳/۴۹ + ۲۳/۴\ln N - ۸/۰۳\ln P - ۲/۲۱\ln K - ۱۲/۲۴\ln OM$$

نتایج حاصل از برآورد ضرایب تابع تولید کاب-داگلاس بین فرسایش خاک و عناصر مغذی آن در جدول ۲، خلاصه شده است:

جدول ۲- نتایج حاصل از برآورد تابع عملکرد علوفه در مراتع ییلاقی نوررود

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t
عرض از مبدأ	۲۳/۴۹^{ns}	۳۲/۵۳	۰/۷۲
نیتروژن	۲۳/۴۸^{ns}	۲۲/۱۷	۱/۰۵
فسفر	-۸/۰۳^{ns}	۶/۰۱	-۱/۳۳
پتاسیم	-۲/۲۱**	۰/۱۱	-۱۹/۹۹
ماده آلی	-۱۲/۲۴^{ns}	۱۶/۲۲	-۰/۷۵
	F= ۰/۰۰**		$\overline{R}^{2}$=۰/۹۹

ns: عدم معنی‌داری و *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد

همانطور که ضرایب آماره t تابع عملکرد برآورد شدهٔ فوق را نشان می‌دهد، ضریب متغیر پتاسیم به شدت تحت تأثیر میزان فرسایش می‌باشد و رابطه خطی مستقیم و معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد نشان داده است. با توجه به اینکه ضریبخوبی برازش در رابطه ۵ بزرگتر از ضریب برازش رابطه اصلی ۴ گردیده است، نشان دهنده هم خطی شدید بین عناصر مغذی خاک و فرسایش خاک می‌باشد. بنابراین برای رفع پدیده هم خطی، همه متغیرها در مدل وارد نگردیدند. تنها بین دو پارامتر عملکرد علوفه و فرسایش خاک

تابع کاب- داگلاس به روش حداقل مربعات معمولی (OLS)[1] تخمین زده شد. رابطه ۹، نتیجه برازش عناصر مغذی خاک و میزان فرسایش خاک را نشان می‌دهد.

$$Y = ۰/۸۳ - ۰/۳۳ LnSl \quad (۹)$$

نتایج حاصل از برآورد ضرایب تابع تولید کاب- داگلاس بین فرسایش خاک و عملکرد علوفه در جدول ۳ خلاصه شده است:

جدول ۳- نتایج حاصل از برآورد تابع عملکرد علوفه در مراتع ییلاقی نوررود

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t
عرض از مبدأ	۸/۶۳**	۱/۲۹	۶/۶۴
فرسایش خاک	-۰/۳۳**	۰/۱۴	-۲/۳۰
	$\overline{R}^2$=۰/۲۸	F= ۰/۰۴*	

*: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

همانطور که ضرایب آماره t تابع عملکرد برآورد شدهٔ فوق را نشان می‌دهد، رابطه عکس و معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد بین فرسایش خاک و عملکرد علوفه مشاهده شده است. با توجه به ضریب خوبی برازش نیز مشاهده شده است که ۲۸ درصد تغییراتعملکرد علوفه توسط متغیر فرسایش خاک توجیه شده است که با توجه به تعریف حداقل متغیرهای مؤثر بر فرسایش خاک، ضریب خوبی می‌باشد. در مطالعه حاضر، از تابع عملکرد برآورد شده فوق برای برآورد کاهش نهایی عملکرد علوفه ناشی از فرسایش خاک استفاده شده است. در نهایت، این اطلاعات برای برآورد هزینه فرسایش خاک به کار گرفته شده است. مقادیر کشش، تولید متوسط و تولید نهایی به منظور برآورد ارزش تولید نهایی فرسایش خاک در جدول ۴، تعریف شده‌اند. نتایج نشان داد، بطور متوسط به ازاء هر ۱ کیلوگرم فرسایش در هر هکتار از مراتع ییلاقی نوررود ۰/۰۱۳ کیلوگرم، معادل ۱۳ گرم عملکرد علوفه کاهش می‌یابد.

جدول ۴- مقادیر کشش، تولید متوسط و نهایی فرسایش خاک در مراتع ییلاقی نوررود

مساحت مرتعی (هکتار)	کشش	میانگین عملکرد علوفه (کیلوگرم در هکتار)	میانگین رسوب (کیلوگرم در هکتار)	تولید نهایی (کیلوگرم در هکتار)
۹۴۹۷۸	-۰/۳۳	۲۷۶/۵	۶۸۶۰	-۰/۰۱۳

با توجه به اینکه ارزش تولید نهایی حفاظت خاک از حاصلضرب تولید نهایی رسوب در قیمت علوفه معادل جو بدست می‌آید، با توجه به (جدول ۵)، ارزش تولید نهایی حفاظت خاکی یک کیلو رسوب در سطح یک هکتار مرتع، با توجه به قیمت جهانی علوفه معادل جو معادل ۲۵۸۰ ریال در سال پایه ۱۳۸۹، ۳۳/۵۴ ریال برآورد گردید. با توجه به میانگین رسوب تولید شده در اراضی مرتعی واحدهای کاری، ۶۸۶۰ کیلوگرم در هکتار، ارزش حفاظت خاکی هر هکتار اراضی مرتعی نوررود، ۲۳۰ هزار ریال برآورد گردید که با توجه به کل وسعت اراضی مرتعی منطقه مورد مطالعه برابر با ۹۴۹۷۸ هکتار، ارزش حفاظتی کل آن ۲۱/۸۵ میلیارد ریال برآورد گردید. به عبارت دیگر، به ازاء هر یک کیلوگرم کاهش (جلوگیری) از فرسایش خاک در هکتار، ۲۱/۸۵ میلیارد ریال منفعت اقتصادی به همراه خواهد داشت.

جدول ۵- نتایج حاصل از برآورد ارزش تولید نهایی حفاظت خاک در مراتع ییلاقی نوررود

تولید رسوب (کیلوگرم/ هکتار)	ارزش حفاظت خاکی (ریال/ هکتار/ یک کیلوگرم رسوب)	ارزش حفاظت خاکی (ریال/ هکتار)	ارزش کل اقتصادی حفاظت خاکی (میلیارد ریال)
۶۸۶۰	۳۳/۵۴	۲۳۰۰۸۴/۴	۲۱/۸۵

نتیجه برآورد ارزش اقتصادی حفاظت خاکی در تراکم مختلف پوشش گیاهی مراتع نوررود

پس از محاسبه ارزش کل اقتصادی مراتع نوررود، میزان ارزش حفاظت خاکی به ازاء هر هکتار اراضی مرتعی متراکم، نیمه متراکم و کم تراکم محاسبه شده است. با توجه به مقدار تولید نهایی و ارزش ریالی هر کیلوگرم حفاظت خاک محاسبه شده در جدول ۶، ارزش تولیدنهایی حفاظت خاک به ازاء هرهکتارمراتع منطقه با میزان پوشش گیاهی متفاوت برآورد گردید. همانطور که نتایج نشان می‌دهد بیشترین ارزش کل حفاظت خاکی مربوط به مرتع متراکم (۱۰/۸۶) میلیارد ریال و کمترین ارزش حفاظت خاکی مربوط به مرتع کم تراکم (۱/۳۱) میلیارد ریال می‌باشد.

1- Ordinary Least Squares (OLS)

جدول ۶- مقایسه ارزش حفاظت خاکی درجات مختلف مراتع ییلاقی نورود

وضعیت مرتع	سطح (هکتار)	تولید رسوب (کیلوگرم/ هکتار)	ارزش حفاظت خاکی (ریال/ هکتار/ کل رسوب)	ارزش کل اقتصادی حفاظت خاکی (میلیارد ریال)
مرتع متراکم	۵۸۶۹۰	۵۵۱۷	۱۸۵۰۴۰/۲	۱۰/۸۶
مرتع نیمه متراکم	۳۴۲۰۶	۸۵۲۸	۲۸۶۰۲۹/۱	۹/۷۸
مرتع کم تراکم	۲۰۸۲	۱۸۹۰۱	۶۳۳۹۳۹/۵	۱/۳۱

منابع بررسی شده در داخل و خارج از کشور نشان داد که بیشتر روش‌های برآورد هزینه مستقیم فرسایش خاک بر اساس برآورد نرخ فرسایش خاک، مواد مغذی خاک، مواد آلی، حاصلخیزی و کاهش عملکرد محصولات زراعی بوده‌اند (۲۲،۱۷،۱۲،۹،۳،۱). بررسی‌ها نشان داد که برخی از این روش‌ها هنوز به طور کامل مورد بحث و بررسی قرار نگرفته و برخی از محققین و کارشناسان با ویژگی‌ها، کاربردها، قابلیت‌ها و نقاط قوت و ضعف این روش‌ها آشنایی کافی ندارند و بعضاً مشاهده می‌شود که به شیوه تقلید گونه از این روش‌ها در موارد خاص و محدود استفاده گردیده است. لذا در این تحقیق سعی گردید برای اولین بار، روش کاهش عملکرد تولید برای محصولات غیرزراعی (علوفه مرتعی) با پوشش گیاهی طبیعی استفاده شود. در این روش، از تابع تولید کاب-داگلاس برای گیاهان علوفه‌ای مرتعی استفاده شد. هرچند در این روش کاهش تولید علوفه نمی‌تواند به تنهایی بیانگر فرسایش خاک باشد، ولی متغیرهای توضیح دهنده در مدل می‌توانند میزان فرسایش خاک را نشان دهند. چارچوب اولیه مدل، تابع زیست- اقتصادی مبتنی برپارامترهای فیزیکو- شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه بوده است که در تحقیق حاضر به غیر از پتاسیم تأثیرشان بر عملکرد علوفه معنی‌دار نشد. چرا که در تابع برازش شده، بین متغیرهای مستقل (فرسایش خاک و عناصر مغذی خاک) هم‌خطی شدیدی مشاهده شد که مسلماً با تحقیقات بیشتر در این زمینه نتایج جامع‌تری به دست خواهد آمد. در حالیکه در تابع عملکرد تولید گندم تخمین زده شده توسط (۱۱)، تقریباً تمامی متغیرها معنی‌دار شدند که این امر لزوم تحقیقات مشابه در عرصه منابع طبیعی و پوشش گیاهی طبیعی را با در نظر گرفتن متغیرهای مستقل از چارچوب اولیه مدل ضروری بنظر می‌نماید.

با استناد به نتایج بیشترین ارزش کل حفاظت خاکی مربوط به مرتع متراکم (۱۰/۸۶) میلیارد ریال و کمترین ارزش حفاظت خاکی مربوط به مرتع کم تراکم (۱/۳۱) میلیارد ریال برآورد شد. لذا ارزش تأثیر میزان پوشش گیاهی در حفاظت خاک و جلوگیری از ایجاد فرسایش غیرقابل انکار و غیرقابل چشم‌پوشی است. با توجه به نتایج ارائه شده، چنین بنظر می‌آید که ارزش‌گذاری اقتصادی کارکردهای بازاری و غیربازاری اکوسیستم‌های مرتعی می‌تواند علاوه بر بهتر شناساندن ارزش واقعی کارکردها و خدمات اکوسیستم مرتعی به مدیران و سیاست‌گذاران، در برنامه‌ریزی و اجرای بهتر طرح‌های مرتعداری با توجه بیشتر به ارزش‌های زیست محیطی تولیدات علوفه‌ای و غیرعلوفه‌ای کمک نماید. چنانچه برآورد قیمت بازاری برای کالاهای غیربازاری که عموماً بدون قیمت می‌باشند (حفاظت خاک و ایجاد رسوب، کنترل کیفیت آب و تنظیم جریانات سیلابی) بر پایه محاسبات دقیق صورت گیرد، می‌تواند سهم مؤثری در پرداخت مابه ازاء خدمات زیست محیطی و ایجاد توسعه پایدار داشته باشد. در عین حال این امر گام مهمی است برای تصحیح آن نوع تصمیمات اقتصادی که به محیط طبیعی به عنوان کالا و خدمات رایگان می‌نگرند.

منابع

1. Bakhtiari, F., M. Panahi, M. Karami, J. Ghoddusi, Z. Mashayekhi and M. Pourzadi. 2009. Economic valuation of soil nutrients retention functions of Sabzkouh forests, Iranian Journal of Forest, 1: 69-81 (In Persian).
2. Bennett, H.H. 1933. The cost of soil erosion,Journal of Ohio Society, 33:271-279.
3. Bertol, I., N.P. Cogo, J. Schick, J.C. Gudagnin and A.J. Amaral. 2007. Financial aspects of nutrient losses by water erosion in different soil management systems. RevistaBrasileira de Ciênciado Solo 31: 133-142 (In Portuguese, with abstract in English).
4. Cohen, M.J., M.T. Brownand and K.D. Shephherd.2006. Estimating the environmental costs of soil erosion at multiple scales in Kenya using emerge synthesis. Journal of Agriculture, Ecosystems Environment, 114: 249-269.
5. Cruz, W., H.A. Francisco and Z.T. Conway. 1988. The on-site and downstream costs of Erosion in the Magat and Pantabangan Watershed Journal of Philippines Development, 26: 85-111.
6. Eskandari, N., A. Alizadehand and F. Mahdavi. 2008. Rangeland policy in Iran, 1st Vol., Tehran University Press, 196 pp (In Persian).
7. Gombakomba, G. 2008. Economic valuation of communal rangelands in the Eastern Cape province of South Africa, M.Sc. Thesis, University of Fort Hare, 152 pp.
8. Gunatilake, H.M. and G.R. Vieth. 2000. Estimation of on-site cost of soil erosion: a comparison of replacement and productivity change methods. Journal of Soil and Water Conservation, 55: 197-204.
9. Gulati, A. and S.C. Rai. 2014. Cost estimation of soil erosion and nutrient loss from a watershed of the Chotanagpur Plateau, India. Journal of Current Science, 106: 1-5.
10. Hein, L. 2007. Assessing the costs of land degradation: A case study for the Puentes catchment, southeast Spain. Journal of Land Degradation and Development, 18: 631-642.
11. Hosseini, S.S. and M. Ghorbani. 2005. Economics of soil erosion. Ferdowsi University of Mashhad press, 128 pp (In Persian).
12. Hosseini, S.S., M. Ghorbani and M. Ghahremanzadeh. 2008. Determination of soil conservation effects on shadow price of soil quality in Dry-Farmed wheat in Iran (A case study). Journal of International Biological Sciences, 11: 458-462 (In Persian).
13. Jafari, M., M. Nasiri and A. Tavili. 2009. Soil and land degradation. Tehran University press, 280 pp (In Persian).
14. Koopahi, M. 2006. Introduction to agricultural economics. 2nd University of Tehran Press, 514 pp (In Persian).
15. Montanarella, L. 2007. Trends in land degradation in Europe. In: Sivakumar, M.V.K., Ndiang'ui, N., eds. Climate and land degradation. Springer, New York, NY, USA. 83-104 pp.
16. Montgomery, D. http:// pnas.org/cgr/content/full/2007/09.
17. Nour, F., M. Nasri, H. Yeganeh and F. Moghiminejad, Y. Ghasemi Aryan and J. Bani name. 2013. Estimation of economic losses of soil erosion of rangelands using Nutrient Replacement Cost Method (NRCM). Iranian Journal of Range and Desert Research, 20: 522-530 (In Persian).
18. Rastgar, Sh. 2013. Estimating and comprising the economic value of forage production and soil conservation functions of range vegetation (Case study: Noor-rud Watershed basin, Mazandaran Province). PhD thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, 158 pp (In Persian).
19. Rife, T.L. 2010. A study on modeling the value of ecosystem services: application to soil loss in Southeastern Allegheny County. M.Sc. thesis. Civil and Environmental Engineering Program. Youngstown State University, 52 pp (In Persian).
20. Rodrigues, W. 2005. Valoraçãoeconômica dos impactosambientais de tecnologias de plantioemregião de Cerrados. Rural Economics Sociol Rural, 43: 135-153 (In Portuguese).
21. Sarcinelli, O., J.F. Marques and A.R. Romeiro. 2009. Custos e benefíciosdaadoção de práticas e medidasparaconservação do solo agrícola: Um estudo de casonamicrobaciahidrográfica do córregoOriçandinha. Infor. Economic, 39: 5-16 (In Portuguese).
22. Stocking, M. 1986. The Cost of soil erosion in Zimbabwein terms of the loss of three major nutrients. Rome, FAO, 986. 165p.
23. Telles, T.S., M.F. Guimaraes and S.C. Dechen. 2011. The cost of soil erosion. Brazilian Journal of Soil Sciences, 35: 287-295.
24. Whichmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses -a guide to conservation planning. DA, Agriculture Handbook. Washington DC, GPO, US, 47 pp.

Estimating Direct Economic Value of Soil Conservation Function of Rangelands Vegetation (Case Study: Summer Rangelands of Nour-Rud Watershed Basin)

Shafagh Rastgar[1], Hossein Barani[2], Ali Darijani[3], Vahed Berdi Sheikh[2], Jamshid Ghorbani[4] and Mohammad Ghorbani[5]

1- Assistant Professor, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
(Corresponding author: sh.rastgar@sanru.ac.ir)
2 and3- Associate Professor and Assistant Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
4- Associate Professor, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
5- Professor, Ferdowsi University of Mashad
Received: January 13, 2015 Accepted: June 1, 2015

Abstract

One of non-forage functions of rangelands vegetation is soil conservation and prevents it from erosion. Water soil erosion has economic, social and environmental implication due to both on-site and off-site effects. So, the objective of this study was to assess the on-site effect of water erosion on conservation function of summer rangelands vegetation, using a combination between economic value and various vegetation density of Baladein North of Iran. So, economic value of soil conservation estimated by "loss of forage productivity" method. The initial framework of the model was bio-economical. The model fitted by Cobb-Douglas production function by OLS method. This function is based on soil physic-chemical parameters and soil erosion ratio. Results showed that only soil erosion had significant effect on forage production. According to the marginal production (MP) and economic value of each kg of soil conservation, value of MP (VMP) estimated per ha by different plant vegetation density. The results showed that, economic value of loss of forage productivity estimated 230084 Rails/ha from 94978.6 ha of rangelands. The most soil conservation value wasbelongedto rangeland with high density by 10.86 milliard Rails and the least value was belonged to rangeland with low density by 1.31 milliard Rails. Results showed that similar research in natural resources filed by natural vegetation is required to consider other independent variables in the initial framework of the function.

Keywords: Economic value, Forage Yield, Plant Vegetation, Soil Conservation, Summer Rangelands